中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(3)：217~231 (1993)

期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響

I.青割產量及品質在期作與不同粒型組合之變異[1]

謝光照[2]　曾富生[3]

摘要：爲探討玉米不同粒型組合，在臺灣春、秋及裡作環境下之青割產量表現潛能，以四個硬粒種及四個馬齒種自交系半互交組合之28個 F_1雜種爲材料，分別於春、秋及裡作進行試驗。結果摘要如下：

變方分析顯示期作間、粒型組合間及期作×粒型組合間之交感作用，在大部份青割產量及品質性狀均達極顯著差異。春作：硬粒種同粒型與異粒型組合，在吐絲後21天時具有較高的整株鮮重及乾重；硬粒種同粒型組合，具有較低的果穗百分比、TDN；馬齒種同粒型組合，一般具有較大的果穗百分比及TDN。三種粒型組合間之整株乾物率沒有明顯的差異。秋作：在吐絲後50天時，硬粒種同粒型具有較高的整株鮮重及乾重；異粒型組合則具有較大的果穗百分比及TDN；馬齒種同粒型在青割產量及品質性狀等表現均較硬粒種同粒型及異粒型差。裡作：在吐絲後50天時，異粒型組合者，具有較高的青割產量、乾物率、果穗百分比及TDN 等特性。

青割鮮重及總乾物重經穩定性分析，顯示粒型組合間無一定的趨勢存在，三種粒型組合之回歸係數變異均很大。

相關分析發現同種粒型組合在不同期作之相關性，大部份性狀間之相關很類似，僅極少數在期作間有差異。不同粒型組合間比較，也顯示同粒型組合與異粒型組合間有明顯的差異存在。

由青割產量及品質性狀綜合研判顯示，春作及裡作應以異粒型組合之雜種模式；秋作則以硬粒種同粒型組合之雜種模式進行青割玉米育種之選育較有利。

關鍵詞：粒型、硬粒種、馬齒種、期作、穩定性。

作物的產量是一個相當複雜的性狀，受遺傳與環境因子的控制，各生長期之各種性狀的表現，均會直接或間接地影響最終產量，唯當各生長期之各種性狀的表現有最佳的配合，才能獲得最高的產量。一般學者認爲玉米的產量常因溫度、日照長短、雨量分配之多寡而發生變異，氣候環境因子中對作物生長影響最直接的爲溫度與日照。Hunter *et al.*[18]指出，在較長日照及較低溫度的聯合運作下，植株最後的乾物重及子粒產量均達最大。臺灣春秋二期作的氣象迴異，此種變異對玉米的生長發育可能產生明顯而連續的影響，致使青割產量的表現有異，故就玉米在本省不同栽培季節的特性，探討青割產量的表現，將可供選育優良青割玉米品種及栽培上之參考。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1672 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

作物乾物質的累積及水份含量的變化與其生育時期有密切關係，Cummins[13]與 Caldwell and Perry[12]等人研究均顯示，當玉米整株達最大乾物質產量時，其整株含水率爲66-70%。而 Daynard and Hunter[14]也得到類似的結果，發現玉米整株含水率降至65—68%，可減少在貯藏時因醱酵造成汁液的流失，並可獲得最大乾物質產量及飼養值，因而建議當玉米子粒含水率在45%及整株含水率約爲65-68%時，收割可獲得最大的乾物質產量，且最適作青貯料。一般玉米用手指擠壓沒有乳狀液流出時（糊熟期），即爲青割玉米適當收割期[21]。

McAllan and Phipps[22]指出，玉米整株與穗的乾物重隨成熟時間的增加，呈穩定性的增加；莖稈之乾物重卻隨時間之增加而減少。而 Cummins[13]發現，玉米整株鮮重隨成熟度之增加而減少，而總乾物質產量隨成熟度之增加而增加，然後呈現下降現象；報告中同時指出，玉米果穗的可消化性物質含量（IVDDM-*in vitro* digestible dry matter）隨成熟度的增加而增加，然後持平至糊熟期達到最大；葉片中 IVDDM 一般隨成熟度之增加而減少；莖稈中的 IVDDM，當水份供應充足時，隨成熟度之增加而增加。另 Byer and Ormiston[11]、Bryant *et al.*[10]及 Johnson and McClure[20]等人均曾發現，玉米青貯料的品質隨成熟度之增加而增加，至糊熟期爲最大。而 Daynard and Hunter[14]的研究也發現青割玉米之整株乾物率在 24%～39.6%之間，其可消化性乾物率爲固定的常數。Fairey[16]試驗證實青割玉米品質受收穫時期的乾物質含量及子粒含量所影響。而玉米果穗／莖葉比值與可消化性的乾物質百分比呈正相關，表示果穗比例越高，IVDDM 越高，其營養價值一般較高[26,28]。

玉米生長易受栽培環境的影響，在不同生長季節，常因氣象因子的變動而有所差異[1,4,8]。而洪等[3]研究顯示，臺灣春作玉米生長爲早期——短期強勢型；秋作玉米生長則爲晚期——長期持續型生長，顯示不同氣象環境對玉米生長有明顯的影響存在。因此性狀間之相關性的表現，可能因期作[9]及粒型組合而有差異，Roth *et al.*[26]的研究發現果穗／莖葉比值與可消化性乾物質百分比呈正相關；而果穗的百分比與青貯料品質也有顯著相關[27]。

一般飼料玉米的育種目標以高子粒產量爲主[7]，而青割玉米之育種則以育成乾物質生產量及乾物率均高且營養消化率高爲目標[17]。呂等[2]研究指出，馬齒種同粒型組合一般有較佳的子粒性狀；硬粒種同粒型組合一般較晚熟而株型較高大；而馬齒種×硬粒種之植株及子粒性狀均介於兩同粒型組合之間；莊[5]認爲馬齒種×硬粒種一般具有較大的果穗比例，由前人之結果，雖然可看出性狀的表現在粒型組合間有所不同，但有關馬齒種×馬齒種、硬粒種×馬齒種、硬粒種×硬粒種等雜交種在青割產量方面的雜種優勢之表現，本省目前尚無研究報告可循，況且在育種目標不同的情況下，利用飼料玉米馬齒種×硬粒種之雜種模式，在青割玉米之選育上是否適當，且不同期作下，三種粒型組合之穩定性的表現如何，有加以研究的必要。

本試驗的目的，即在探討不同期作與不同型間組合之青割產量的表現潛能及其穩定性，以便作爲青割玉米育種選拔模式採用之參考。

材料與方法

一、材料及栽培方法

本試驗使用 8 個自交系，其代號、名稱、系譜、起源、粒型及特性等項目，詳列如表 1。

表 1. 參試自交系之背景資料

Table 1. Inbred lines used as the experiment

Code	Inbred	Pedigree	Origin	Kernel form
A	Hi 25	(B14A×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
B	Hi 31	(B68×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
C	Hi 33	(Mo17×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
D	Hi 26	(CI21E×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
E	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
F	SW 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
G	Pi-362	Pioneer 6875 derivative	Pioneer international Co. LTD.	Flint
H	TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1) BC_3	TARI, Taiwan	Flint

上述四個馬齒種及四個硬粒種之半互交的28個 F_1，分別在1987年秋作（9月5日）及1988年春作（3月3日）及裡作（11月11日），播種在農試所試驗田。田間試驗採逢機完全區集設計，四區集，小區行長5公尺，行株距70×25公分，三行區。肥料分基肥及追肥兩次施用。基肥以臺肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O＝12：18：12），每公頃施500kg，於播種前施入土內。追肥以硫酸銨（N＝21%）於齊膝期培土時施用，每公頃施450kg。每穴兩粒播，然後間拔僅留一株，田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。

二、青割適期分別於春作吐絲後21天，秋作及裡作吐絲後50天[6]進行取樣，青割產量及品質各性狀的調查方法：

㈠整株鮮重（fresh weight/20-plant）：三行區的中間一行於青割適期割取20株，稱其鮮重。

㈡整株乾重（total dry weight/20-plant）：由割取的20株之鮮重乘以整株乾物率而得之乾重。

㈢整株乾物率（whole-plant dry matter content）：每小區割取20株中，逢機取5株，稱其鮮重，然後在70°C烘乾機中烘七天，再稱其乾重，以乾重／鮮重而得之。

㈣果穗百分比（ear percentage）：果穗乾重／整株乾重。

㈤總營養消化率（TDN %-total digestable nutrient percetage）：青割玉米 TDN 測定法比照日本 Pioneer 種子公司推廣手册使用方法[19]進行估算，其法於植株收割時全株烘乾，以下列公式求得：

$$TDN\ \% = \frac{[(\text{莖葉乾重} \times 0.582) + (\text{果穗乾重} \times 0.85)]}{\text{莖葉乾重} + \text{果穗乾重}} \times 100$$

三、分析方法

試驗結果，先進行變方分析及平均值顯著性測驗。再以 Eberhart and Russell[15]之公式進行穩定性分析，並估算不同粒型組合各型內性狀間之相關係數。

以 Eberhart and Russell[15]公式，假設直線回歸數學模式爲：

$Y_{ij} = U_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$

Y_{ij}：第 i 個品系在第 j 個環境下之品種平均值。

U_i：第 i 個品系在所有環境下之平均值。

β_i：第 i 個品系對環境指示之回歸係數。

δ_{ij}：第 i 個品系在第 j 環境所得之剩餘機差。

I_j：爲環境指數。

求回歸係數 b_i 及離回歸變方估值 S^2d_i

b_i：$\sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$

$S^2d_i = \sum_j \delta^2_{ij} /$ （n－2） $- S^2_e / r$

以 $\bar{x}$，b_i 及 S^2d_i 作爲品系穩定與否及環境適應性之判定標準。

四、氣象資料

試驗進行期間（1987年8月至1989年5月）之氣象資料，包括月平均氣溫、月總日照時數及日長變化情形等項目，其詳細情形列如圖 1 所示。

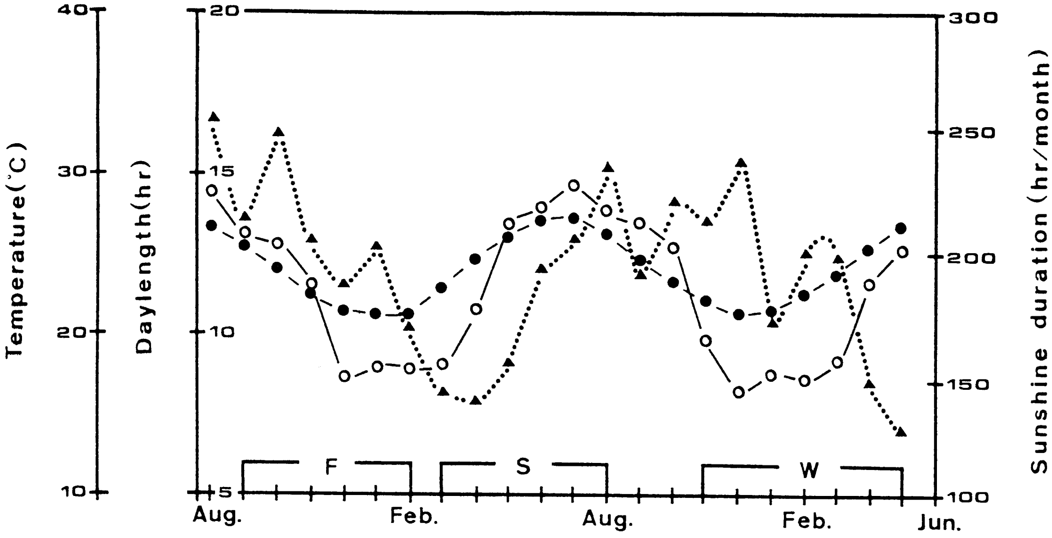

圖 1. 試驗期間（1987年8月至1989年5月）之月平均氣溫，每月總日照時數，及每月平均日長之變化

Fig. 1. Monthly mean temperature (o) ，sunshine duration per month (▲) , and daylength (●) at Wufeng (Taichung) area from August, 1987 to May. 1989." F" ，" S" and" W" indicate fall, spring and winter, respectively.

結 果

一、變方分析

三期作的28個半互交 F_1 之青割產量與品質性狀經變方分析之結果列如表2。由表可看出所有調查性狀在 F_1 雜種間均達極顯著，表示基因型間有差異存在。粒型組合間，所有性狀均達極顯著差異。馬齒種×馬齒種粒型內 F_1 雜種間所有狀均達極顯著，表示馬齒種×馬齒種粒型內 F_1 雜種間有差異存在。馬齒種×硬粒種粒型內 F_1 雜種間，所有的性狀均達極顯著；而硬粒種×硬粒種粒型內，僅果穗百分比、TDN 等性狀，在 F_1 雜種間有差異存在。所有性狀在期作間均達極顯著。F_1 雜種×期作劃分爲期作×粒型組合間、期作×〔D×D 粒型內〕、期作×〔D×F 粒型內〕、期作×〔F×F 粒型內〕四部，發現除整株乾物率外，其餘性狀在期作×粒型組合間，均有顯著的交感作用。

表 2. 八個自交系之全互交 F_1 雜種五項性狀之均方值（1987-1988三期作合併）

Table 2. Combined analysis over three seasons of five traits for a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Source	df	Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage	TDN
Season (S)	2	1,350.01**	48,162**	832.83**	6,612.75**	480.48**
Block/season	9	11.43	982	15.34	52.59	3.92
Hybrid (H)	27	42.40**	3,058**	31.81**	139.73**	10.47**
Combination (C)	(2)	237.00**	26,000**	55.36**	393.89**	30.92**
Within Dent × Dent	(5)	38.82**	1, 799**	19.29**	262.81**	18.92**
Within Dent × Flint	(15)	30.79**	2,144**	36.82**	69.35**	5.21**
Within Flint × Flint	(5)	2.60	1,023	19.88	126.11**	9.64**
S × H	54	9.47**	795**	13.95**	60.09**	4.34**
S × C	(4)	29.20**	7,270**	14.90	178.65**	13.16**
S × within D×D	(10)	5.31	398	19.02	46.42**	3.24*
S × within D×F	(30)	6.75*	592	13.68**	59.62**	4.27**
S × within F×F	(10)	13.88**	812	9.33	27.42	2.13
Error	243	3.44	380	6.65	17.09	1.30

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.

二、組合間青割產量及品質性狀平均值之差異

(一)春　作

春作28個 F_1 雜種之青割產量及品質性狀之平均值，列於表 3 。由各種粒型組合之平均值顯示，在春作環境下，吐絲後21天時的整株鮮重及整株乾重：硬粒種同粒型與異粒型，兩者之間並沒有明顯差異存在，但與馬齒種同粒型相比較，顯然具有較高的鮮重及乾物重。整株乾物率：顯示三種粒型組合間並沒有明顯差異。果穗百分比：在吐絲後21天時取樣，顯示馬齒種同粒型組合與異粒型組合，兩者間並沒有差異；但馬齒種同粒型組合與異粒型組合均比硬粒種同粒型具有較高的果穗百分比。TDN：顯示馬齒種同粒型＞異粒型組合＞硬粒種同粒型。

表 3. 二十八個 F_1 雜交種及粒型組合五項性狀之平均值（1988春作）

Table 3. Cross means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, spring of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	16.67	4.39	26.24	28.47	65.82
	A×C	16.45	4.58	27.80	43.95	69.97
	A×D	16.92	4.13	24.69	38.14	68.32
Dent×Dent	B×C	21.95	5.53	25.22	33.91	67.28
	B×D	17.60	4.58	25.95	26.57	65.31
	C×D	16.20	4.13	25.50	31.38	66.60
	$\bar{X}$	17.63	4.56	25.90	33.78	67.22
	E×F	20.82	5.45	26.28	23.27	64.43
	E×G	18.72	4.82	24.52	22.57	63.88
	E×H	20.27	5.65	27.77	31.31	66.58
Flint×Flint	F×G	21.30	5.72	26.64	20.49	63.68
	F×H	18.25	5.03	26.60	27.54	65.57
	G×H	23.12	5.91	25.43	29.91	66.21
	$\bar{X}$	20.41	5.43	26.22	25.85	65.06
	A×E	20.87	5.60	27.00	35.73	66.77
	A×F	21.22	5.77	27.31	34.36	67.40
	A×G	17.10	4.86	28.21	33.37	67.14
	A×H	20.00	5.65	28.06	39.53	68.79
	B×E	21.70	5.70	26.29	32.03	66.77
	B×F	22.32	5.23	23.48	29.46	66.10
	B×G	23.20	6.08	26.21	27.16	65.47
	B×H	20.70	5.12	24.74	35.01	67.58
Dent×Flint	C×E	20.47	6.21	30.20	31.14	66.54
	C×F	21.60	5.91	27.39	35.44	67.69
	C×G	18.60	4.66	24.94	28.27	65.77
	C×H	19.85	4.97	25.19	33.43	67.15
	D×E	21.00	5.60	26.38	21.31	63.90
	D×F	21.37	5.87	27.55	26.11	65.19
	D×G	20.85	5.64	26.95	24.54	64.77
	D×H	20.42	5.76	28.16	32.96	67.03
	$\bar{X}$	20.70	5.54	26.75	31.24	66.50
$L.S.D_{0.05}$		3.27	1.17	3.26	5.07	1.37

綜合言之，在春作環境下，硬粒種同粒型組合與異粒型組合，在吐絲後21天時具有較高的整株鮮重及乾重；硬粒種同粒型組合，具有較低的果穗百分比、TDN；馬齒種同粒型組合一般具有較大的果穗百分比及 TDN。三種粒型組合間之整株乾物率並沒有明顯差異。

㈡秋　作

28個 F_1 雜種之粒型組合間青割產量（吐絲後50天）及品質性狀之平均值，列如表4。由各種粒型組合之平均值顯示，整株鮮重及整株乾重，均以硬粒種同粒型最大，其次爲異粒型，最小者爲馬齒種同粒型。整株乾物率在三種粒型組合間並沒有顯著差異。果穗百分比及 TDN；則呈異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型之趨勢。綜合言之，在秋作環境下硬粒種同粒型具有較高的鮮重及乾重；異粒型則具有較大的果穗百分比及 TDN；馬齒種同粒型在青割產量

及品質性狀等表現均較硬粒種同粒型及異粒型差。

表 4. 二十八個 F_1 雜交種及粒型組合五項性狀之平均值（1987秋作）

Table 4. Cross means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, fall of 1987.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Dent×Dent	A×B	8.35	2.49	30.07	35.36	67.66
	A×C	11.50	2.81	25.02	46.34	70.74
	A×D	10.92	3.22	29.89	40.07	68.93
	B×C	13.00	3.35	25.81	44.66	70.16
	B×D	11.07	3.02	27.15	39.84	68.87
	C×D	9.77	3.04	31.15	49.59	71.48
	$\bar{X}$	10.77	2.99	28.24	42.64	69.64
Flint×Flint	E×F	14.40	4.33	28.39	42.27	69.52
	E×G	18.37	5.17	28.08	38.60	68.44
	E×H	15.85	4.35	27.70	42.02	69.45
	F×G	16.92	5.46	32.41	35.72	67.77
	F×H	17.50	4.95	28.27	35.72	67.76
	G×H	14.60	4.26	29.21	43.73	69.91
	$\bar{X}$	16.27	4.75	29.01	38.01	68.81
Dent×Flint	A×E	12.42	3.75	30.48	44.28	70.08
	A×F	15.62	4.35	28.00	45.38	71.30
	A×G	14.70	4.32	29.72	42.36	69.54
	A×H	12.82	4.07	31.93	48.13	71.09
	B×E	13.92	4.27	30.67	45.45	70.37
	B×F	18.32	4.69	24.23	43.88	69.95
	B×G	15.47	4.69	30.26	50.58	71.75
	B×H	14.35	4.17	29.17	43.51	69.84
	C×E	11.87	3.64	30.58	47.78	71.00
	C×F	13.67	3.62	26.57	40.97	69.17
	C×G	13.52	4.19	31.00	44.81	70.20
	C×H	13.27	3.54	26.86	43.49	69.85
	D×E	12.45	4.17	33.45	46.96	70.78
	D×F	16.22	4.40	27.13	43.26	69.78
	D×G	14.22	4.41	31.31	42.81	69.66
	D×H	13.45	3.53	26.37	42.27	69.52
	$\bar{X}$	14.14	4.11	29.23	44.74	70.24
$L.S.D_{0.05}$		2.21	0.64	3.92	6.23	1.57

㈢裡　作

28個 F_1 雜種之粒型組合間青割產量（吐絲後50天）及品質性狀之平均值，列如表5。由各種組合之平均值可看出，整株鮮重、整株乾重、果穗百分比及 TDN 等性狀，均呈現異粒型＞硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型的趨勢；而整株乾物率則爲異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型的趨勢。綜合而言，在裡作環境下，異粒型組合者，具有較高的青割產量、乾物率、果穗百分比及 TDN 等特性。

表 5.二十八個 F_1 雜交種及粒型組合五項性狀之平均值（1988裡作）

Table 5. Cross means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, winter of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	11.82	3.35	28.30	34.85	67.53
	A×C	11.67	3.93	33.76	46.51	70.54
	A×D	10.80	3.42	32.28	41.86	69.41
Dent×Dent	B×C	15.87	4.60	29.09	42.13	69.48
	B×D	15.60	4.55	29.22	39.34	68.74
	C×D	11.27	3.87	34.37	46.90	70.76
	$\bar{X}$	12.84	3.95	31.17	41.88	69.41
	E×F	16.10	4.62	28.89	39.44	68.66
	E×G	14.35	3.90	27.19	41.51	69.25
	E×H	12.70	4.02	31.60	48.49	71.19
Flint×Flint	F×G	15.17	5.07	31.51	42.72	69.64
	F×H	15.12	4.33	28.65	46.73	70.74
	G×H	12.72	4.26	33.36	47.64	70.96
	$\bar{X}$	14.36	4.37	30.20	44.42	70.07
	A×E	13.75	4.69	34.48	43.73	70.00
	A×F	16.00	5.09	31.82	44.90	70.23
	A×G	13.30	4.47	33.78	45.57	70.41
	A×H	13.75	4.79	35.02	49.19	71.37
	B×E	17.27	4.97	28.84	36.13	67.87
	B×F	18.80	5.25	28.11	43.97	69.98
	B×G	19.07	5.37	28.50	39.61	68.81
	B×H	16.77	5.14	30.57	48.52	71.20
Dent×Flint	C×E	12.42	4.53	36.60	47.97	71.04
	C×F	15.35	5.13	33.43	49.80	71.54
	C×G	11.92	4.12	34.67	44.29	70.06
	C×H	11.62	4.01	34.68	54.25	72.72
	D×E	11.27	3.82	33.34	44.14	70.02
	D×F	14.32	4.40	30.88	42.75	69.75
	D×G	12.70	4.55	36.05	45.97	70.38
	D×H	12.37	4.20	34.18	47.86	70.89
	$\bar{X}$	14.42	4.66	32.81	45.54	70.39
$L.S.D._{0.05}$		2.09	0.69	3.63	6.06	1.65

(四)期作間之差異

期作間青割產量及品質性狀之平均值，列於表6。由表可看出整株鮮重爲春作＞裡作＞秋作。整株乾重爲春作＞秋作≒裡作。整株乾物率則爲裡作＞秋作＞春作，但僅裡作與春作有顯著差異。果穗百分比及 TDN 則呈現秋作與裡作明顯的大於春作，但秋作與裡作間並無顯著差異。

表 6.五項性狀之粒型組合與期作之平均值（1987秋作至1988裡作）

Table 6. Crop season and combination means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, 1987—1988.

Source	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg／20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Spring	19.92	5.31	26.45	30.63	66.34
Fall	11.95	4.01	28.97	42.84	69.81
Winter	14.07	4.48	31.90	44.52	70.11
Dent × Dent	13.75	3.83	28.44	39.43	68.76
Dent × Flint	16.42	4.77	29.60	40.51	69.04
Flint × Flint	17.01	4.85	28.48	36.09	67.98

(五)粒型組合間之差異

根據粒型組合平均值之比較（表6），發現整株鮮重及整株乾重爲硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型。整株乾物率在三種粒型組合間並無顯著差異。果穗百分比爲異粒型≒馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型。TDN 雖爲異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型，但僅異粒型與硬粒種同粒型間有顯著差異。

三、青割鮮重及乾物重在不同季節下之穩定性

青割整株鮮重之季節穩定性分析，結果示如圖 2，可看出馬齒種同粒型組合中的大部份基因型低

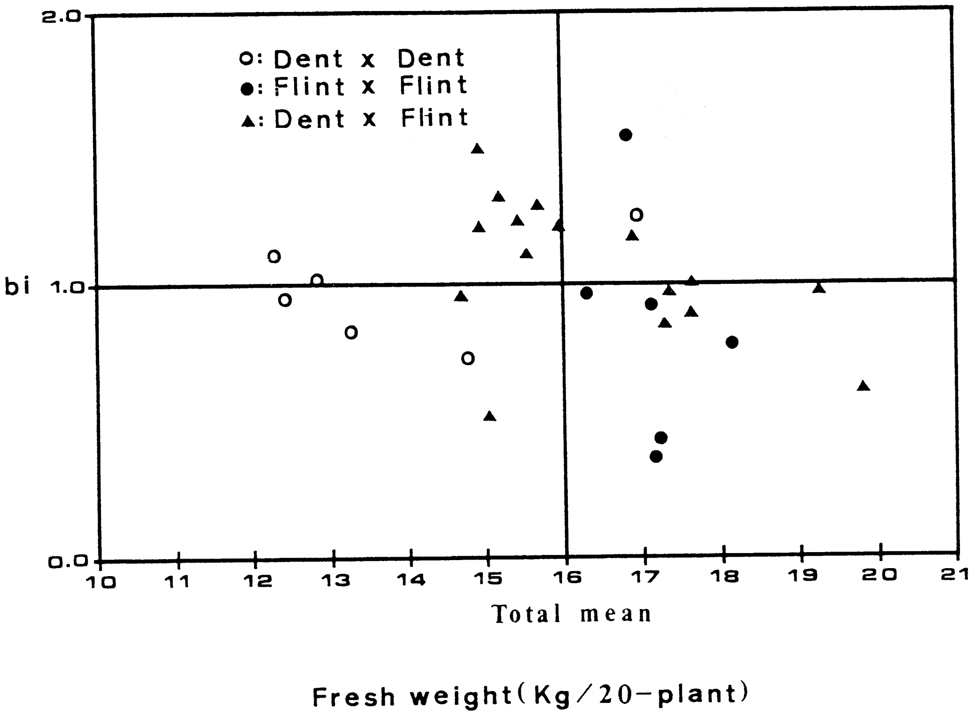

圖2. 青割鮮重在不同期作下之回歸係數。

Fig. 2. Regression coefficients are plotted against genotype means of fresh weight.

於平均鮮重，其回歸係數介於 0.73～1.26，顯示在不同季節下，爲低產且不穩定；硬粒種同粒型組合中的大部份基因型則大於平均鮮重，而其回歸係數的變域範圍爲 0.37～1.51 間；而異粒型的變域範圍也極大，表示有的基因高產而穩定，有的基因型則產量低而不穩定。綜合言之，整株鮮重穩定性的表現，在粒型組合間並無一定的趨勢，但可在硬粒種×硬粒種或馬齒種×硬粒種中找出表現較佳者。

整株乾物重的表現，如圖 3，由圖中發現馬齒種同粒型與硬粒種同粒型的表現很明顯的分爲高產及低產兩群，馬齒種同粒型屬於低產，而硬粒種同粒型則爲高產群，但其穩定性的表現則變化很大；異粒型組合中，大部份基因型高於平均乾物重，少數低於平均乾物重，而回歸係數的變域介於 0.28～1.98之間，表示異粒型組合的穩定性也不良。綜合上述顯示，整株乾物重的穩定性在粒型組合間變化很大，並無固定的趨勢可循，但還是可從硬粒種×硬粒種或馬齒種×硬粒種中找出可用之組合。

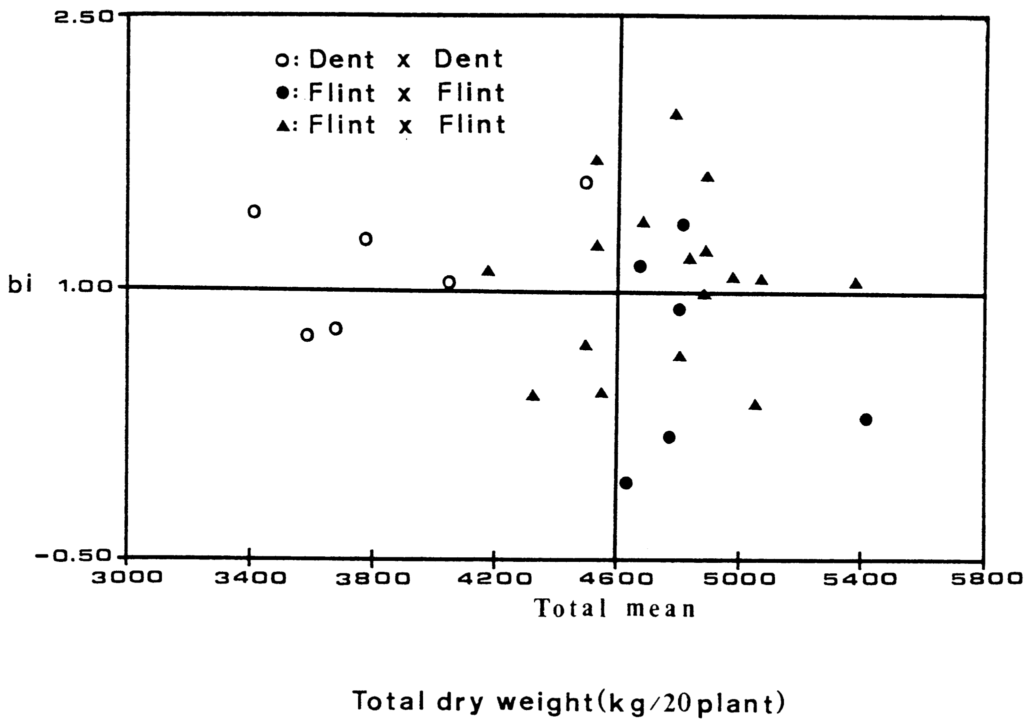

圖3. 總乾物重在不同期作下之回歸係數。

Fig. 3. Regression coefficients are plotted against genotype means of total dry weight.

四、相關係數

㈠馬齒種同粒型之相關係數

馬齒種同粒型內青割產量與品質性狀之相關係數，列如表7。由表中可看出，春作、秋作與裡作，大部份性狀間之相關很類似，僅極少數性狀在期作間略有不同而已。

表 7.不同期作間馬齒種與馬齒種 F_1 雜交種五個性狀間之相關係數（1987秋作至1988裡作）

Table 7. Correlation coefficients among five traits based on dent x dent hybrids data measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI,1987-1988.

Character		Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage
Total dry weight	S	0.93**			
	F	0.77			
	W	0.89*			
Whole-plant dry matter content	S	−0.34	0.00		
	F	−0.76	−0.20		
	W	−0.63	−0.24		
Ear percentage	S	−0.08	0.02	0.36	
	F	0.40	0.42	−0.16	
	W	−0.23	0.19	0.88*	
TDN	S	−0.08	0.02	0.38	0.99**
	F	0.41	0.40	−0.18	0.99**
	W	−0.23	0.20	0.88*	0.99**

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.
S : Spring, F : Fall, W : Winter.
Sample size n=6

春作環境下，達顯著相關的有整株鮮重與整株乾重（0.93**）、果穗百分比與 TDN（0.99**）。

秋作環境下，性狀間達顯著相關的有果穗百分比與 TDN（0.99**）。

裡作環境下，達顯著相關的有整鮮重與整株乾重、整株乾物率與果穗百分比、整株乾物率與 TDN、果穗百分比與 TDN 等。

(二)異粒型內之相關係數

異粒型內之相關係數，列如表8。三期作內，性狀間之相關一致，且達顯著的有整株鮮重與整株乾重。其他性狀間之相關，在期作間的表現程度略有不同。

表 8.不同期作間馬齒種與硬粒種 F_1 雜交種五項性狀間之相關係數（1987秋作至1988裡作）

Table 8. Correlation coefficients among five traits based on dent x flint hybrids data measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Character		Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage
Total dry weight	S	0.65**			
	F	0.73**			
	W	0.91**			
Whole-plant dry matter content	S	−0.22	0.58*		
	F	−0.61*	0.08		
	W	−0.87**	−0.61*		
Ear percentage	S	−0.22	−0.07	0.18	
	F	−0.15	0.29	0.54*	
	W	−0.49*	−0.30	0.60*	
TDN	S	−0.30	−0.25	0.02	0.41
	F	−0.06	0.32	0.45	0.94**
	W	−0.49	−0.29	0.60*	0.99**

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.
S : Spring, F : Fall, W : Winter.
Sample size n=16.

㈢硬粒種同粒型內之相關係數

硬粒種同粒型內之相關係數，列如表9。三期作達極顯著相關的有果穗百分比與 TDN。

綜合而言，不同粒型組合間在不同期作之表現似有不同。馬齒種同粒型與硬粒種同粒型兩組合，性狀間相關之表現似乎與異粒型組合有明顯的差異。

表 9.不同期作間硬粒種與硬粒種 F_1 雜交種五項性狀間之相關係數（1987秋作至1988裡作）

Table 9. Correlation coefficients among five traits based on flint x flint hybrids data measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Character		Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage
Total dry weight	S	0.93**			
	F	0.82*			
	W	0.58			
Whole-plant dry matter content	S	0.01	0.47		
	F	0.05	0.40		
	W	−0.61	0.70		
Ear percentage	S	0.17	0.93**	0.39	
	F	−0.79	−0.11	−0.43	
	W	−0.78	0.45	0.59	
TDN	S	0.21	0.95**	0.44	0.99**
	F	−0.81*	−0.13	−0.42	0.99**
	W	−0.77	0.46	0.59	0.99**

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.
S : Spring, F : Fall, W : Winter.
Sample size n=6.

討 論

往昔臺灣玉米之育種著重於子粒產量，因而大部份的試驗研究均偏重於子粒產量及其相關性狀之探討，而很少涉及青割玉米研究。近年來由於畜牧業之推行，青割玉米成爲很受重視作物之一。青割玉米作成之青貯料（silage）或青飼料（forage），是一種嗜口性佳，且營養價值頗高之芻料，飼養乳牛，更可提高泌乳量及乳脂率[25]。因此青割玉米在畜牧事業中是一重要作物。青割玉米育種之目標以乾物質產量及整株品質均佳爲主[17]，與飼料玉米之目標截然不同。在臺灣目前青割玉米之育種一般均採用飼料玉米之硬粒種×馬齒種之模式進行選育，而此方法是否適當實有加以探討之必要。

本研究結果顯示所調查的青割產量及品質性狀在期作間、粒型組合間及期作×粒型組合間之交感作用均達顯著差異。三期作青割玉米整株乾物種比較之結果，顯示青割期整株乾物重爲春作>裡作>秋作。可能係營養器官（莖稈、葉片、葉鞘）的生長潛能春作大於秋作，使玉米的生長受到顯著的影響[3,8]。

由試驗觀察，發現馬齒種同粒型之營養生長較差，株高、葉面積、稈莖等均較小；硬粒種同粒型營養生長旺盛，葉片大，株高及莖稈均大；異粒型組合兼具馬齒種及硬粒種的長處，表現出營養生長旺盛，葉片、株高及莖稈均大等特性。而青割整株乾物重呈現硬粒種同粒型≒異粒型>馬齒種同粒型之趨勢，同時由穩定性分析也顯現，硬粒種同粒型及異粒型屬於較高產的一群，大體上來說，青割玉米的選育應以異粒型及硬粒種同粒型組合爲材料較有利。

雖然青割玉米的選育以硬粒種同粒型及異粒型組合較爲有利，但由於粒型組合與期作間有明顯的交感作用存在，故應分別選育適合於不同期作之品種較有利，同時由季節穩定性分析也發現三種粒型

組合間，青割產量的穩定性變異很大且沒有一定趨勢可循，故必須於各期作中就其青割整株乾物種的大小及穩定性進行選拔較合宜。春作的整株乾物重爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，顯然以異粒型的表現最佳。秋作吐絲後50天時的樣品之整株乾物重在粒型組合間的大小爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型，顯示秋作環境下有利於硬粒種同粒型的生長，使營養生長旺盛形成較大比例的莖葉生長量，造成其整株鮮重及乾物重均最大。裡作環境下，吐絲後50天時的整株乾物重表現趨勢與春作相類似，均爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，同時裡作環境下，異粒型之整株鮮重，果穗百分比及 TDN 均較大，顯示異粒型不但青割乾物重高且品質性狀也較其他粒型組合佳。

由本試驗之事實，認爲青割玉米之育種，在臺中地區春作及裡作以異粒型組合之模式較佳；而秋作則以硬粒種同粒型之雜交種模式較有利，但不論採用硬粒種同粒型或異粒型之組合，均應選擇遺傳歧異性較大之自交系較有利[23,24]。而田間實際選拔時，一般應以整株乾物重當作選拔依據，故必須龐大的烘乾設備，工作極爲困難，而由本試驗性狀間的相關得知，青割整株乾物重與整株鮮重呈極顯著正相關，故在選育青割玉米時，以整株鮮重當作指標進行選拔，即可獲得同樣之選拔效果。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37(4)：379-388。
2. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35(2)：145-164。
3. 洪梅珠、涂勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新125：61-70。
4. 范明仁。1987。玉蜀黍光合成物質生產與分配。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。
5. 莊周瑞。1989。玉米硬粒型與馬齒型種源雜交種遺傳及生育特性之研究。國立中興大學糧食作物研究所博士論文。
6. 許福星、洪國源、李國貞、徐阿里。1987。青割玉米不同成熟期青割產量及營養成分變化。中華農學會報 新139：44-55。
7. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。1986。單雜交玉米臺農三五一號之育成。中華農業研究 35(1)：11-22。
8. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
9. 謝光照、盧煌勝、劉孔生、何千里、呂宗佳。1989。期作對青割玉米生長與收穫適期之影響。中華農業研究 38(3)：291-305。
10. Bryant, H.T., J.H. Huber, and R. E. Blaser. 1965. Comparison of corn silage harvested at the milk and medium dough stage of maturity for dry matter intake, digestibility, and milk production of lactating cows. J. Dairy Sci. 48：838.
11. Byers, J. H., and E. E. Ormiston. 1964. Feeding value of mature corn silage. J. Dairy Sci. 47：707.
12. Caldwell, D. M., and T. W. Perry. 1971. Relationships between stage of maturity of the corn plant at time of harvest for corn silage and chemical composition. J. Dairy Sci. 54：533-536.
13. Cummins, D. G. 1970. Quality and yield of corn plant and component parts when harvested for silage at different maturity stage. Agron. J. 62：781-784。
14. Daynard, T. B., and R. B. Hunter. 1975. Relationship among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant corn silage. Can. J. Plant Sci. 55：77-84。
15. Eberhart, S. A., and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6：36-40。
16. Fairey, N. A. 1980. The effects of hybrid maturity, date of planting, and date of harvesting on growth and development of forage maize. Can. J. Plant Sci. 60：1367-1375。
17. Hunter, R. B. 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant silage. Can. J. Plant Sci. 58：661-678。

18. Hunter, R. B., M. Tollenaar, and C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. Can. J. Plant Sci. 57 : 1127-1134。
19. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. The Company, Tokyo.
20. Johnson, R. R., and K. E. McClure. 1968. Corn plant maturity. IV. Effect on digestibility of corn silage in sheep. J. Animal Sci. 27 : 535-540.
21. Keiser, H. V. 1981. When should silage maize be harvested ? Herb. Abstr. 51# 1689.
22. McAllan, A. B., and R. H. Phipps. 1977. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the change the occur on ensiling. J. Agric. Sci. Camb. 89 : 589-597.
23. Moll, R. H., W. S. Salhuana, and H. F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Sci. 2 : 197-198.
24. Paterniani, E., and J. H. Lonnquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.) .Crop Sci. 8 : 504-507.
25. Phipps, R. H., R. F. Weller, and R. J. Fulford. 1979. The development of plant components and their effect on the composition of fresh and ensiled forage maize. 3. The effect of grain content on milk production. J. Agric. Sci. Camb. 92 : 493-498.
26. Roth, L. S., G. C. Marten, W. A. Compton, and D. D. Stuthman. 1970. Gentic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. Crop Sci. 10 : 365-367.
27. Schmid, A. R., R. D. Goodrich, G. C. Marten, J. C. Meiske, R. M. Jordan, and J. L. Holgerson. 1975. Evaluation of laboratory method for determining quality of corn and sorghum silages : I. Biological method of predicting *in vivo* digestibility. Agron. J. 67 : 243-246。
28. Thomson, A. J., and H. H. Rogers. 1968. Yield and quality components in maize grown for silage. J. Agric. Sci. Camb. 71 : 393-403.

Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. I. Kernel Type and Crop Season on the Variations of Silage Yield and Quality Traits[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

A diallel set of four flint and four dent inbred lines of maize was evaluated in spring, fall and winter crop seasons for silage yield potential in Taiwan. The results were summarized as follows:

Combined analysis of variance indicated that crop season, combination type, and interaction of crop season x combination type were significant over the three crop seasons for most traits. Crosses were grouped into flint x flint, dent x flint and dent x dent for analysis. Average dry weight of total silage produced in the flint x flint and dent x flint combination were always behavier than of dent x dent groups in spring and winter crop seasons. However, the silage yield in the fall crop season in decending order was flint x flint, dent x flint and dent x dent crosses. Evidence of stability analysis for silage yields showed no consistent trends were existed in flint x flint, dent x flint and dent x dent crosses.

Because the crop season x combination type interactions were significantly in silage yield. Therefore, selection should be carried out in a specific crop season. In the silage improvement program, dent x flint crosses were better than flint x flint and dent x dent crosses in spring and winter, flint x flint crosses were potential patterns for better silage yield in fall crop in Taiwan. Phenotypic correlation between fresh and total dry weight at dough stage are highly significant, so that the fresh weight can aid selection index for silage yield improvement.

Key words : Kernel type, Flint, Dent, Crop seanon, Stability.

---

1. Contribution No. 1672 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung-Hsien, Taiwan 413, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing Univessity, Taichung, Taiwan, ROC.